



I risultati del progetto europeo LIFE+ AIRUSE

Franco Lucarelli¹, Giulia Calzolari¹, Massimo Chiari², Martina Giannoni^{1,2}, Silvia Nava², Silvia Becagli³, Rita Traversi³, Roberto Udisti³, Xavier Querol⁴,
Fulvio Amato⁴, Vorne Gianelle⁵, Cristina Colombi⁵, Celia Alves⁶, Danilo Custódio⁶, Kostas Eleftheriadis⁷, Evangelia Diapouli⁷, Roy Harrison⁸, Claire Holman⁸

¹ *Dip.di Fisica e Astronomia, Università di Firenze, via G. Sansone 1, 50019 Sesto F.no (FI)*

² *INFN, Firenze, via G. Sansone 1, 50019 Sesto F.no (FI)*

³ *Dip. di Chimica, Università di Firenze, via della Lastruccia 3, 50019 Sesto F.no (FI)*

⁴ *Institute of Environ. Assessment and Water Research (IDAEA-CSIC), 08034 Barcelona, Spain*

⁵ *Environmental Monitoring Sector, Arpa Lombardia, Via Rosellini 17, I-20124 Milano, Italy*

⁶ *Centre for Env.&Marine Studies, Environment Dep., Aveiro Univ., 3810-193 Aveiro, Portugal*

⁷ *Environ. Radioactivity Laboratory, N.C.S.R. Demokritos, 15341 Ag. Paraskevi, Attiki, Greece*

⁸ *School of Geography, Earth & Env. Sci., Birmingham Univ., Birmingham B15 2TT, UK*



AIRUSE
LIFE 11 ENV/ES/000584

- LIFE 11 ENV/ES/000584

LIFE 11 ENV/ES/000584

- LIFE 11 ENV/ES/000584



STRUTTURA DEL PROGETTO AIRUSE



Coordinating Beneficiary
Project Manager
Spain

Associated Beneficiaries



Leader B5 D5
Spain



Leader B8
UK



Leader B3 D2
Greece



Leader B2
Italy



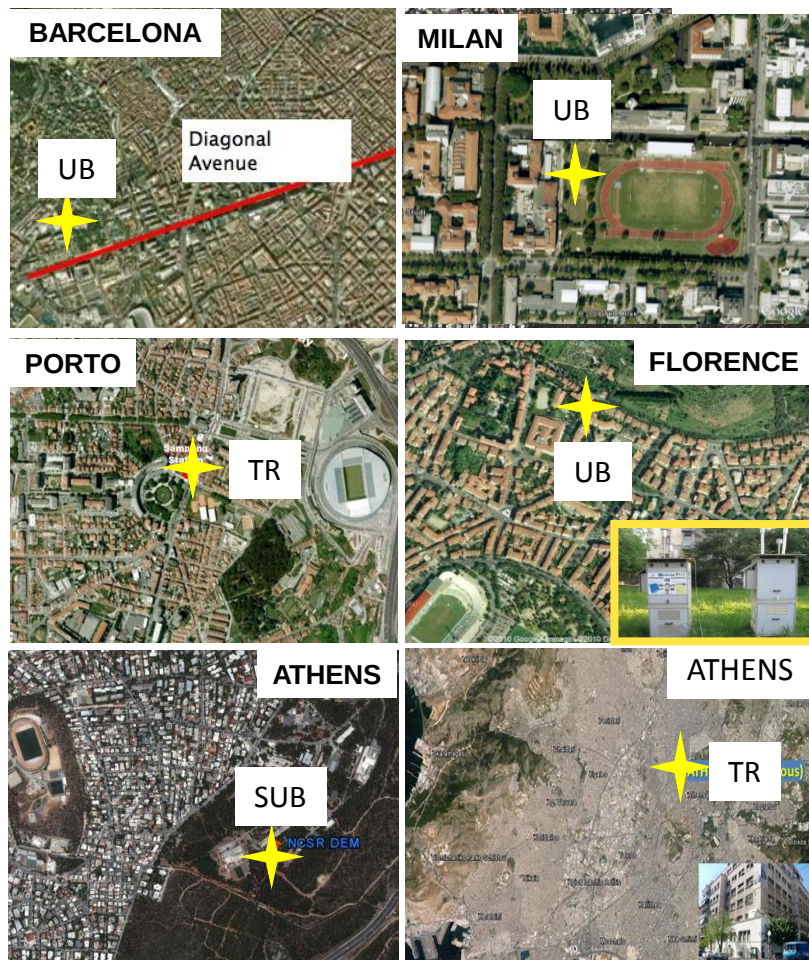
Leader B4
Portugal



Milan
Italy



CAMPIONAMENTO E ANALISI DEL PM10 E DEL PM2.5 NELLE 5 CITTÀ



Campionamento annuale su base giornaliera:

- Gen.2013 - Gen.2014
(1 giorno ogni 3*)
- PM10 e PM2.5
- quarzo e teflon

Campionamenti intensivi a risoluzione oraria

- ~ 2 sett. in inverno e in estate
- fine e coarse

* tutti i giorni se previsto
episodio sahariano
(Hysplit, Skiron)





Analisi

CAMPIONI GIORNALIERI

- Concentrazione PM2.5 e PM10 (gravimetrica)
- Composizione ionica (Cromatografia ionica)
- EC-OC (metodo termo-ottico)
- Elementi maggioritari e in traccia (PIXE, ICP-MS, ICP-AES, AAS)
- Levoglucosano (Milano), composti organici e carbonati su un numero ridotto di campioni

CAMPIONI A RISOLUZIONE ORARIA

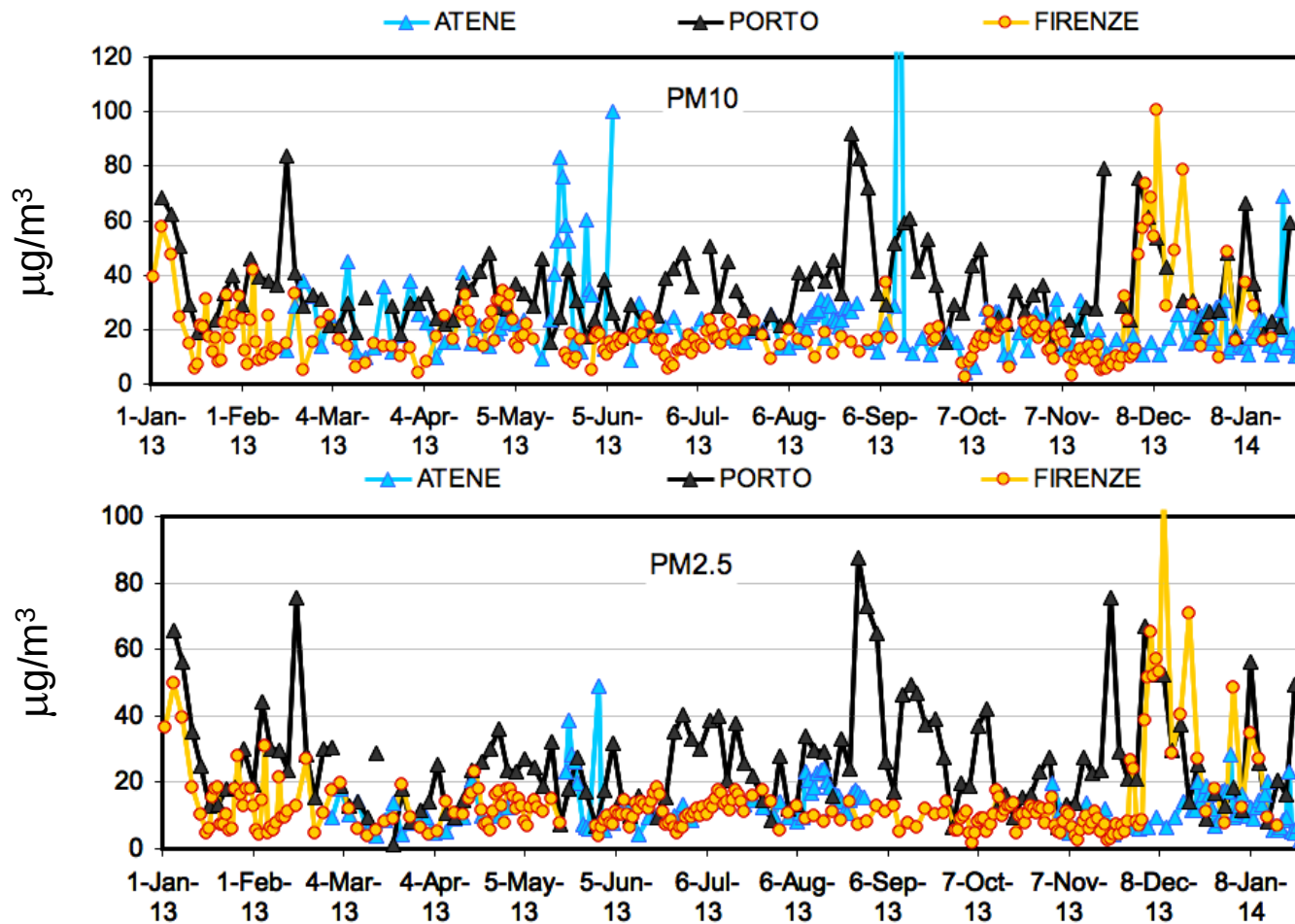
- Elementi $Z > 10$ (PIXE)



ANALISI STATISTICA PER L'IDENTIFICAZIONE DELLE SORGENTI
(PMF, Positive Matrix Factorization) su campioni giornalieri e orari

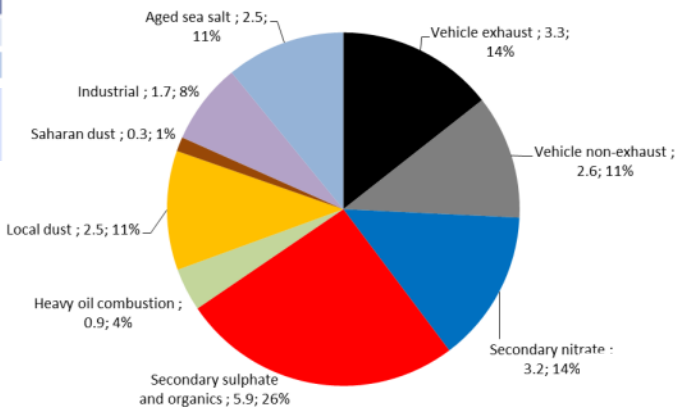


Concentrazione del PM10 e PM2.5

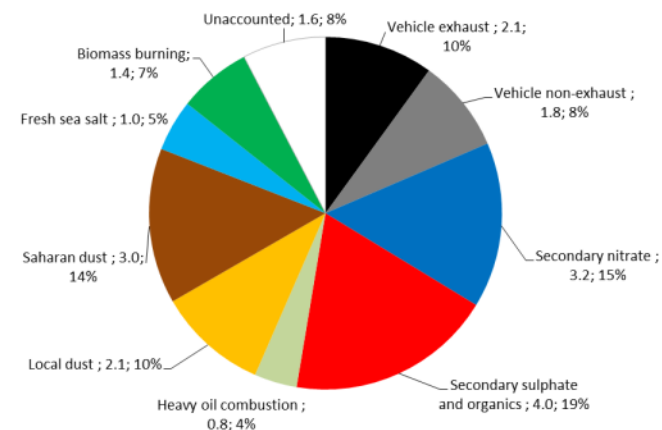


IDENTIFICAZIONE DELLE SORGENTI

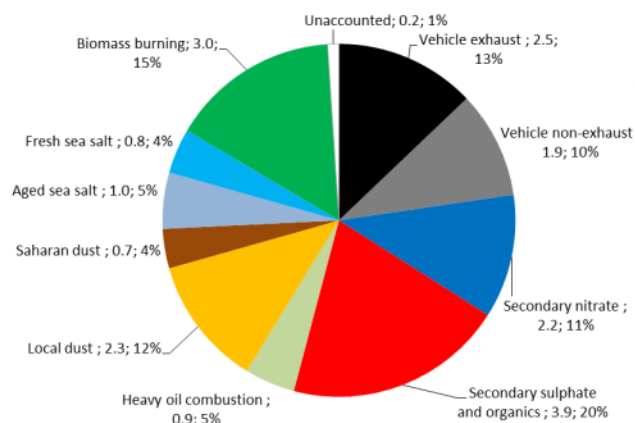
BCN-UB PM10



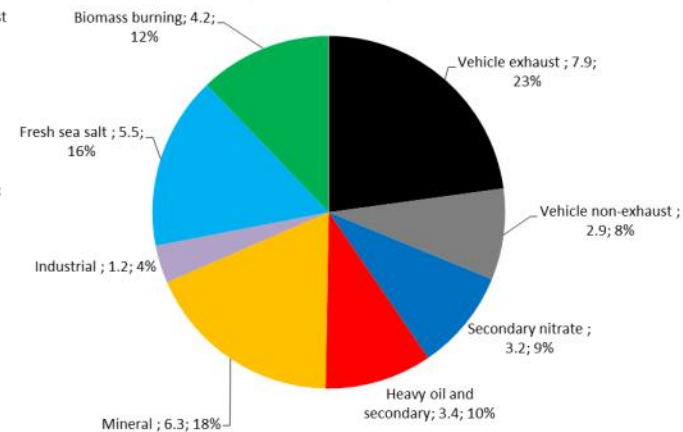
ATH-SUB PM10



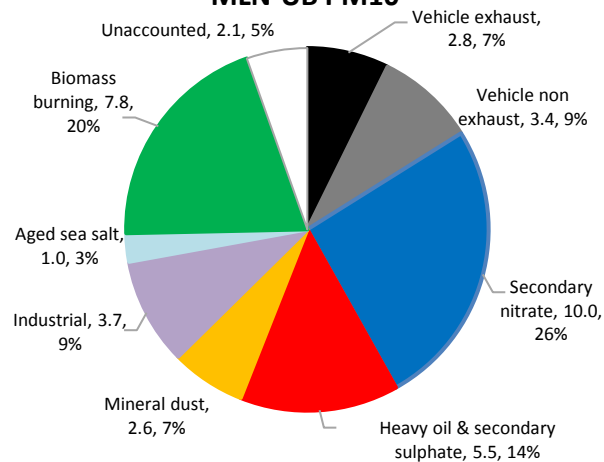
FI-UB PM10



POR-TR PM10



MLN-UB PM10

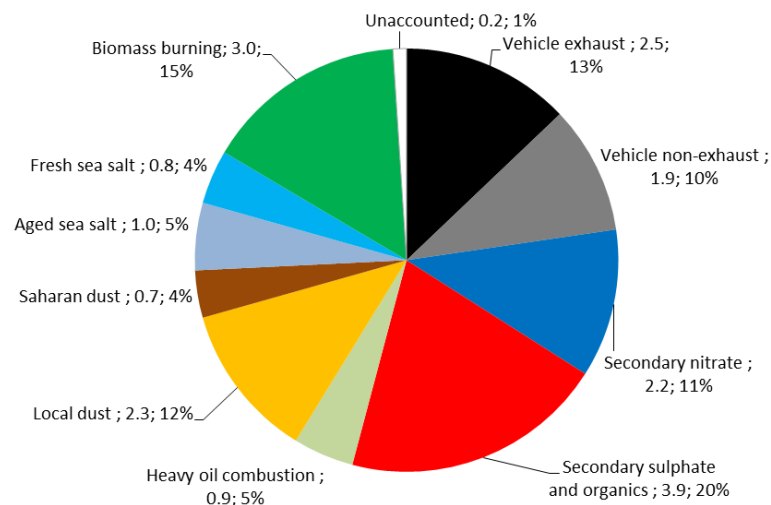


FIRENZE

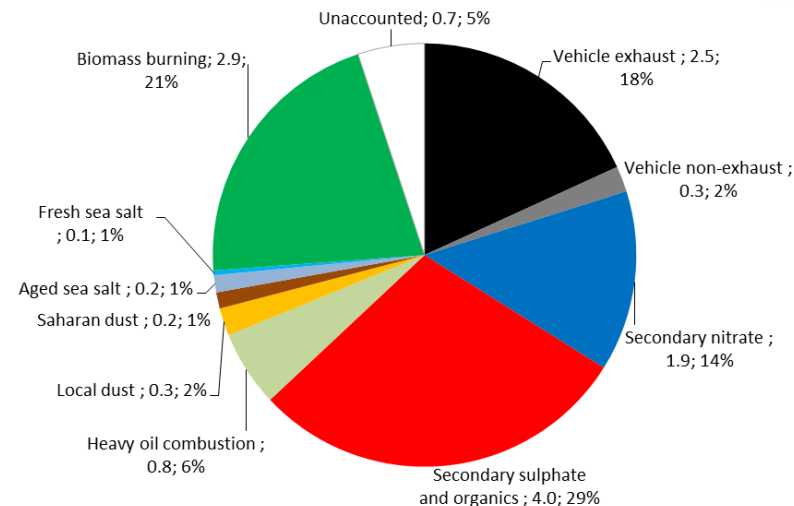


AIRUSE
LIFE 11 ENVIES400584

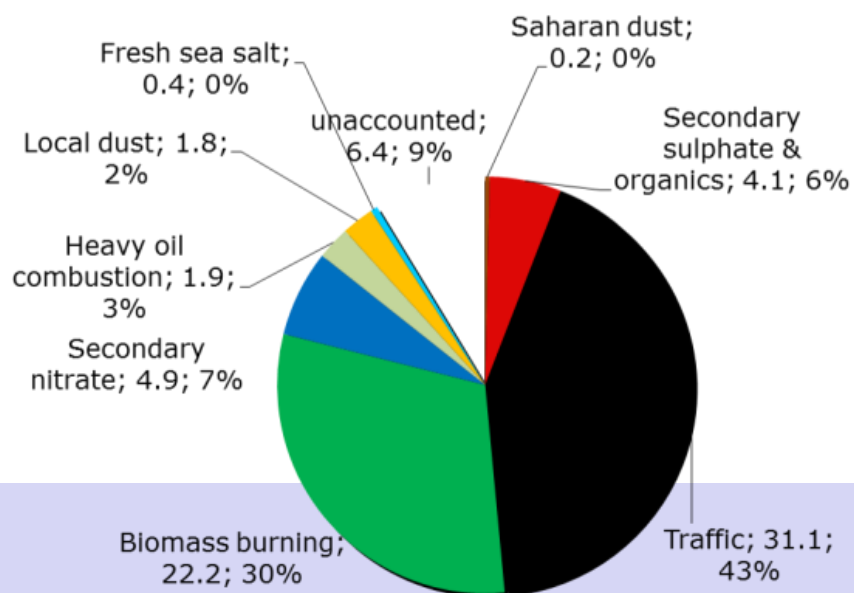
FI-UB PM10



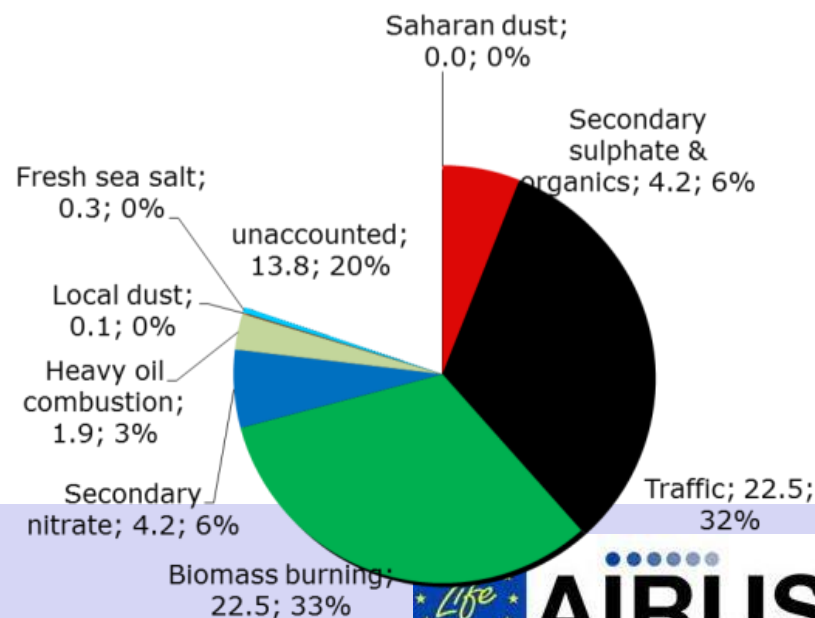
FI-UB PM2.5



FI PM10 > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



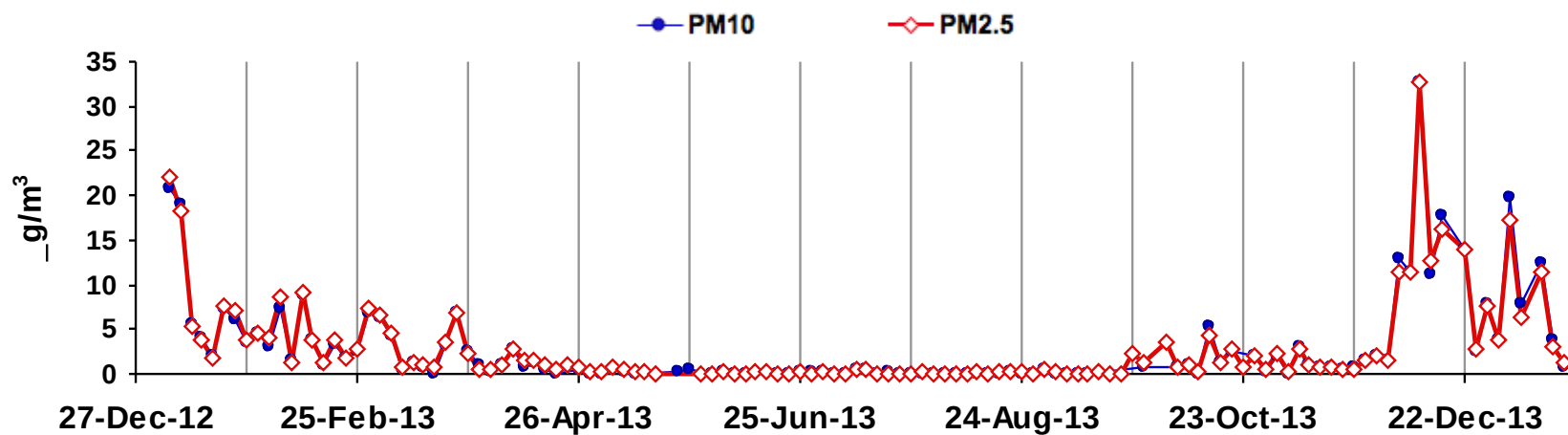
FI PM2.5 (PM10 > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)



AIRUSE



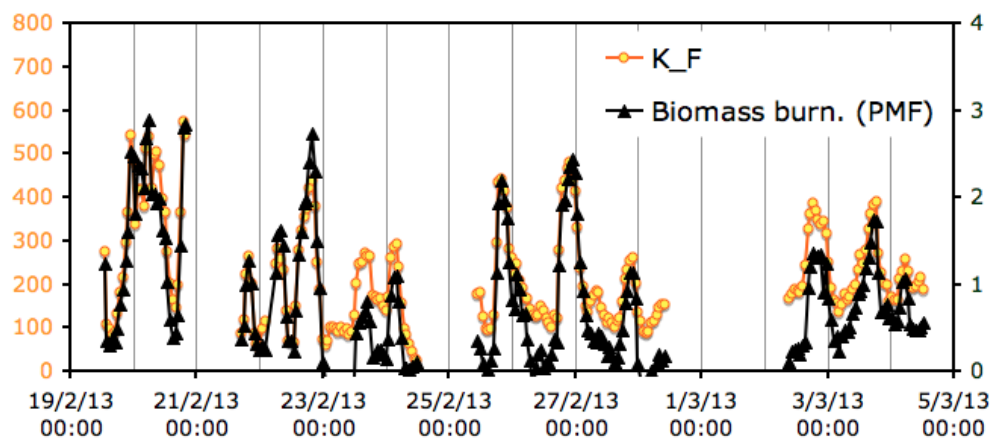
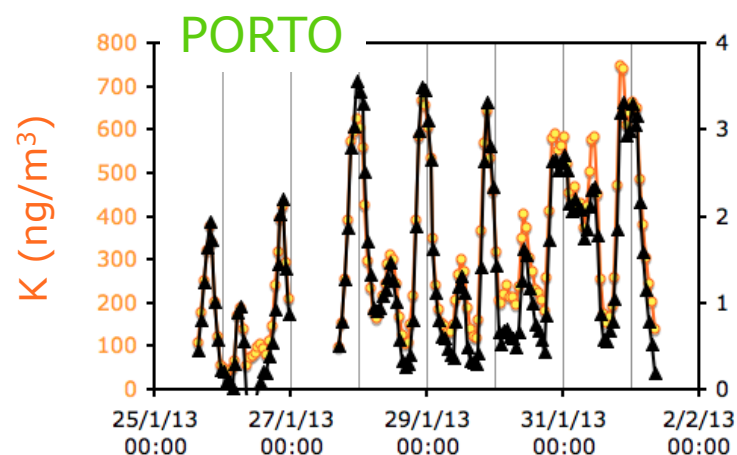
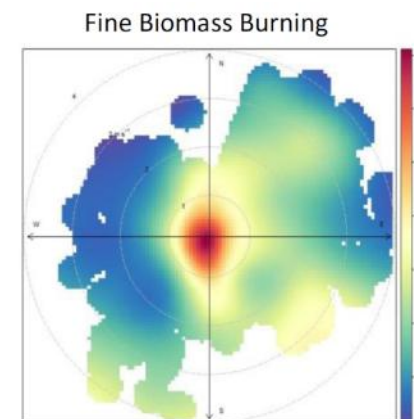
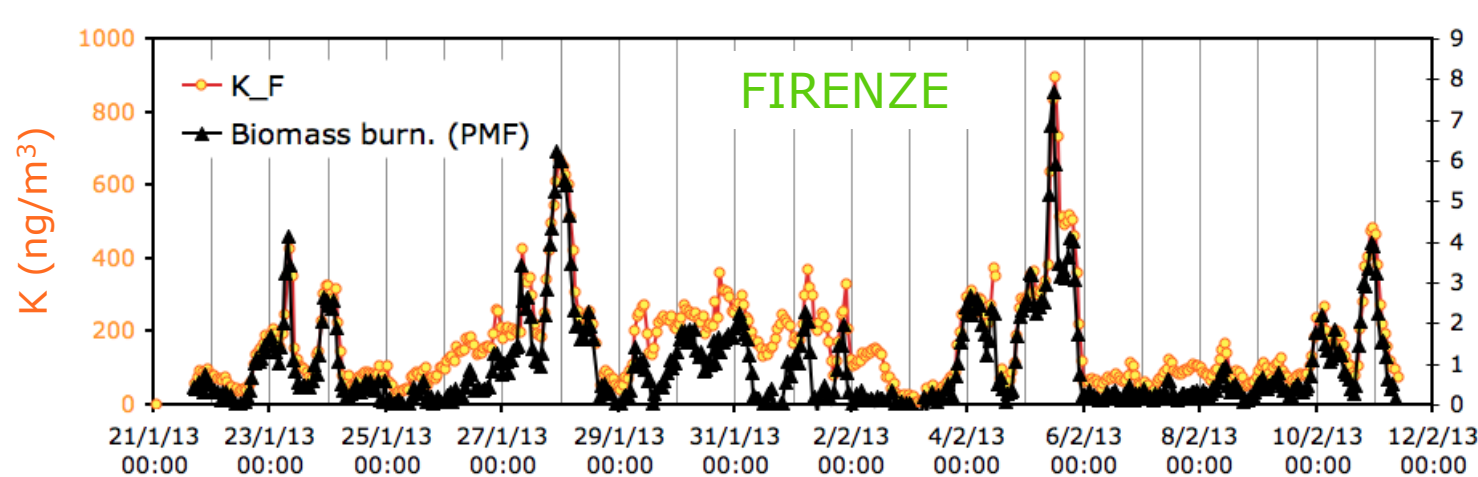
COMBUSTIONE DI BIOMASSE (Firenze)



Nella frazione fine, stagionalità molto forte

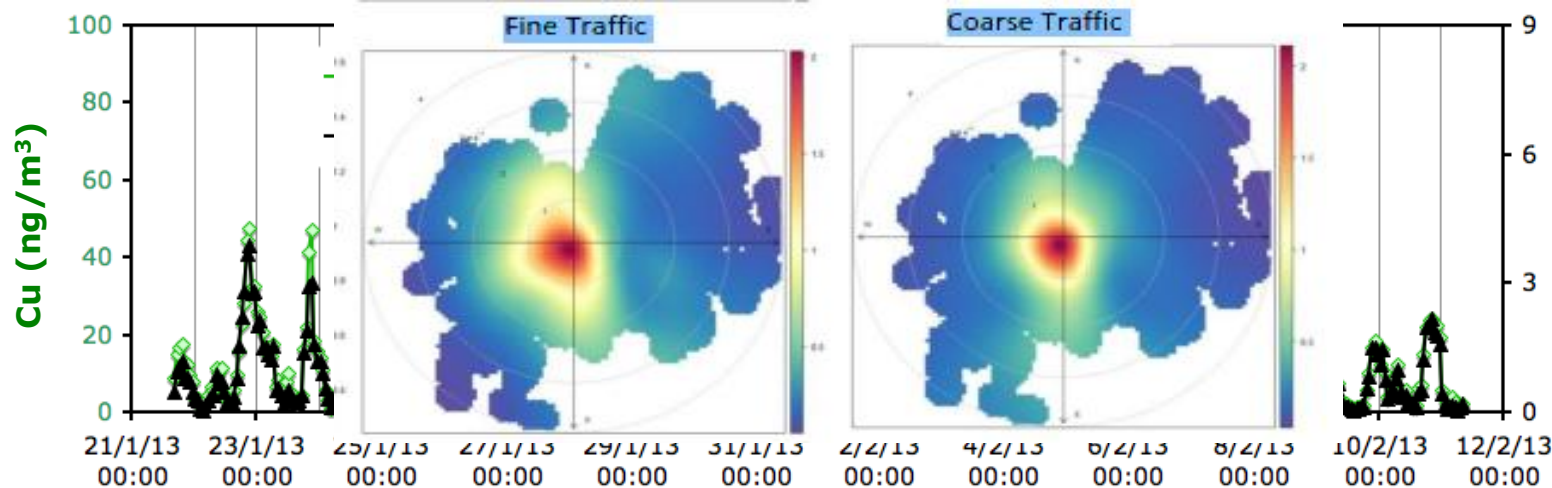


COMBUSTIONE DI BIOMASSE: risoluzione oraria

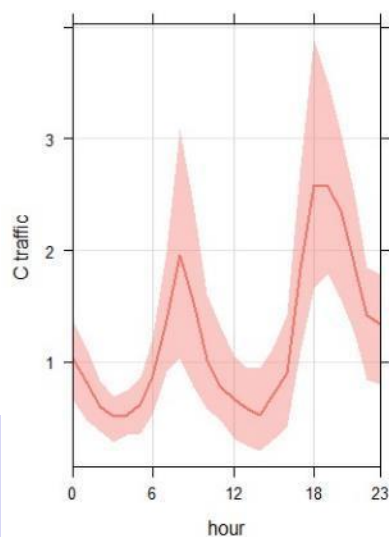
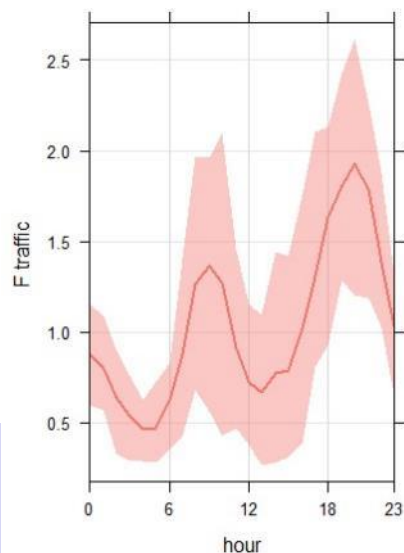




Andamento temporale ad alta risoluzione: concentrazioni orarie



Picchi durante le ore di punta del traffico (FI-UB)

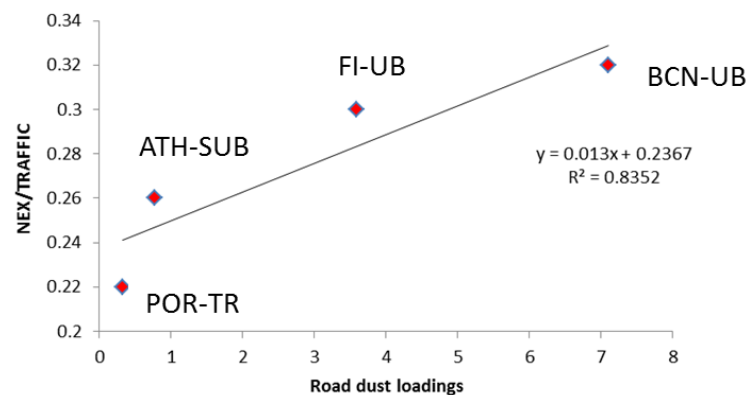
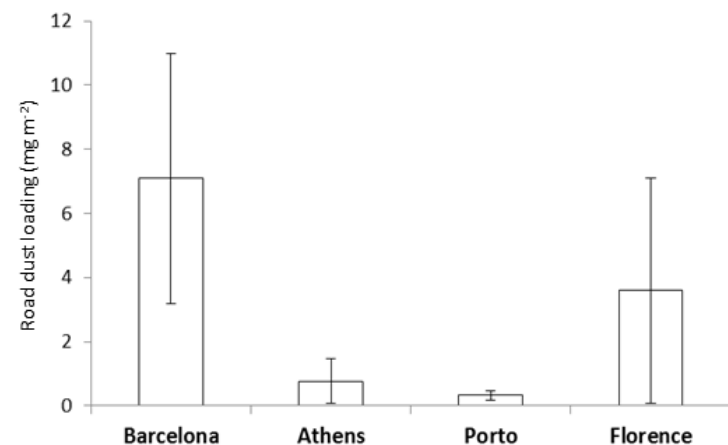


TRAFFIC DAILY PATTERNS
Andamento giornaliero medio della sorgente traffico a Firenze nelle frazioni fine e coarse raccolte col campionatore streaker



Profili sperimentali: polvere stradale

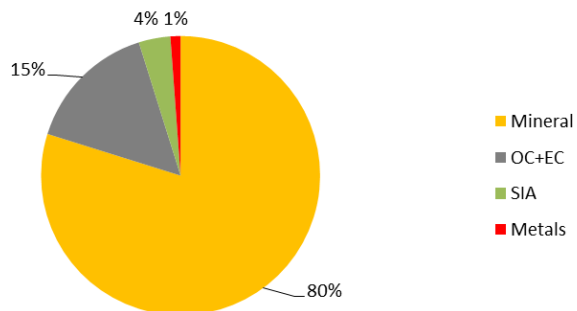
Campionamento e analisi della polvere depositata sul manto stradale



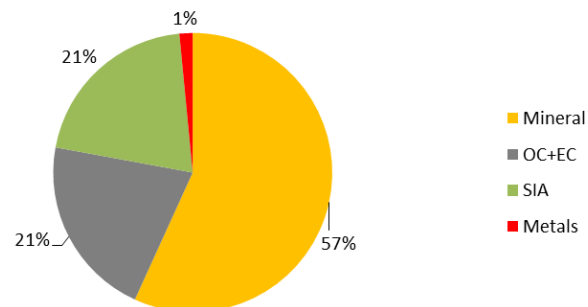


Profili sperimentali: polvere della strada

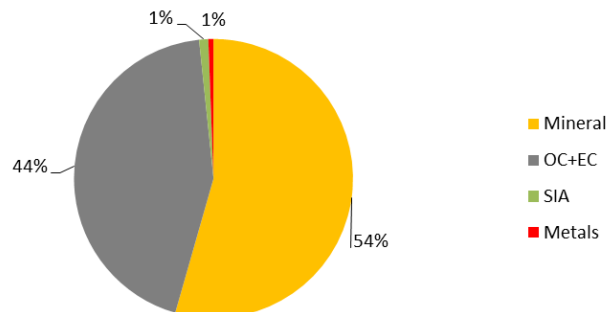
Barcelona



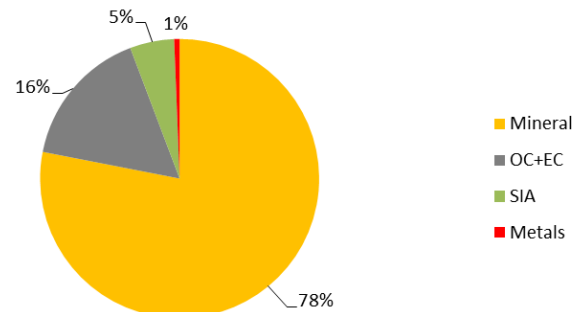
Athens



Porto



Florence



	Brake pads					Tires	
%	UK BRAND A	UK BRAND B	US BRAND	ES BRAND	DE BRAND	JP BRAND	FR BRAND
TC	28	NA	26	28	32	83	79
Al	0.5	1	3.2	1.6	2.6	0.1	0.1
Ba	6.9	0.1	6.7	3.9	3.7	0.001	0.0015
Ca	0.5	0.3	1.7	4.3	2.1	1.3	0.5
Cu	0.003	11.8	2.6	0.02	1	0.0005	0.0007
Fe	45.6	26	13.2	23.6	27.4	<DL	<DL
K	0.1	<DL	0.4	0.1	0	<DL	0.1
Mg	1.3	0.8	3.8	0.6	0.6	<DL	<DL
Mn	0.2	<DL	0.1	1.5	0.1	0.0003	0.0003
Na	<DL	<DL	1	0.1	0.1	<DL	<DL
S	1	1.9	1.9	3.3	2.4	1.2	1.3
mg/kg							
Hg	<DL	0.1	0.1	2.1	0.2	NA	NA
Li	1.4	2	3.5	1.9	1.4	1	<DL
Ti	686	335	905	489	396	31	17
V	179	40	17	26	47	4	4
Cr	230	2834	185	1276	64	1	2
Co	24	10	11	13	20	80	94
Ni	47	33	50	72	69	<DL	<DL
Zn	36	14862	5717	1778	761	19849	15073
Ga	8	6	5	4	5	<DL	<DL
Ge	2	4	2	1	1	<DL	<DL
As	9	8	23	10	120	1	1
Se	<DL	7	12	<DL	12	<DL	<DL
Rb	31	5	29	16	1	1	3
Sr	696	26	719	763	1371	18	3
Y	1	16	16	7	2	<DL	<DL
Zr	13	950	2337	73	23	1	1
Nb	2	<DL	2	136	9	<DL	1
Mo	4	3093	86	13	167	<DL	1
Cd	<DL	23	2	<DL	2	3	2
Sn	1	10	342	41	148	3	2
Sb	12	6944	15916	30	64	12	2
Cs	1	1	1	<DL	<DL	<DL	<DL
La	3	<DL	8	41	2	2	4
Ce	5	<DL	14	56	5	<DL	1
Hf	<DL	<DL	45	1	<DL	<DL	<DL
Pb	159	7	175	39	261	20	26
Bi	<DL	<DL	36	<DL	9	<DL	1
Th	1	4	4	4	<DL	<DL	<DL
U	<DL	4	4	1	<DL	<DL	<DL
W	<DL	<DL	<DL	19	1	<DL	<DL



Profili sperimentali: pasticche dei freni e pneumatici





Misure per mitigare il risolleamento

Preventive

- Ridurre il numero di veicoli
- Ridurre la velocità del traffico
- Ridurre i veicoli pesanti
- Ridurre l'usura

Mitigazione

- **Lavaggio delle strade (e spazzolamento)**
- **Calcium Magnesium Acetate (CMA)**
- **MgCl₂**
- Polimeri
- CaCl₂
- ...





Test delle misure di mitigazione

			Aldrin et al., 2008	Norman and Johansson, 2006	Reuter, 2010	Barratt et al, 2012	
	Finland	Alps	Norway	Sweden	Germany	UK	South EU
Washing	40% weekly						??
CMA		20-30% daily		35% daily	NO effect	40% only at industrial site	??
MgCl₂			30% daily				??
CaCl₂	40% daily						??





Tests AIRUSE

In un **tipica strada urbana**:

- Pulitura delle strade
- CMA
- $MgCl_2$

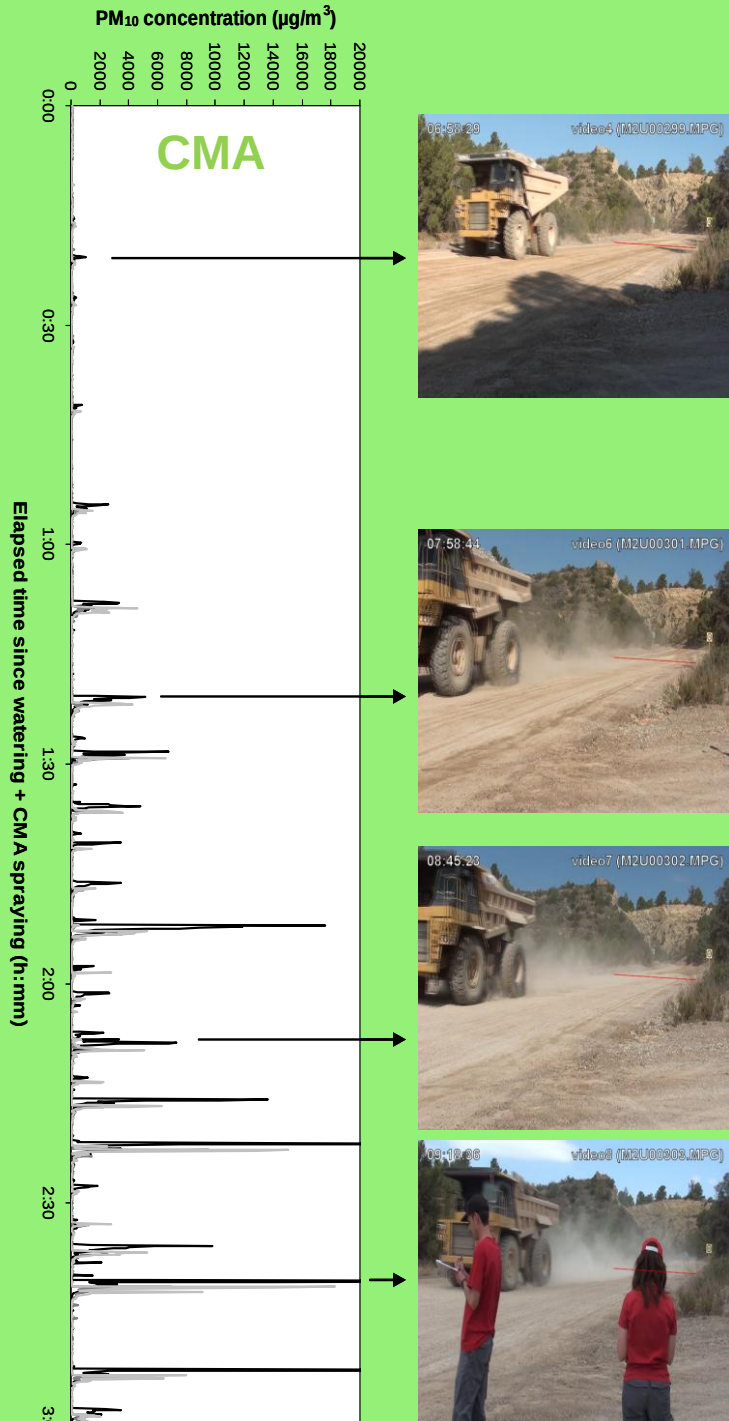
In una **strada asfaltata (industriale)**:

- Pulitura delle strade
- CMA

In una **strada sterrata** :

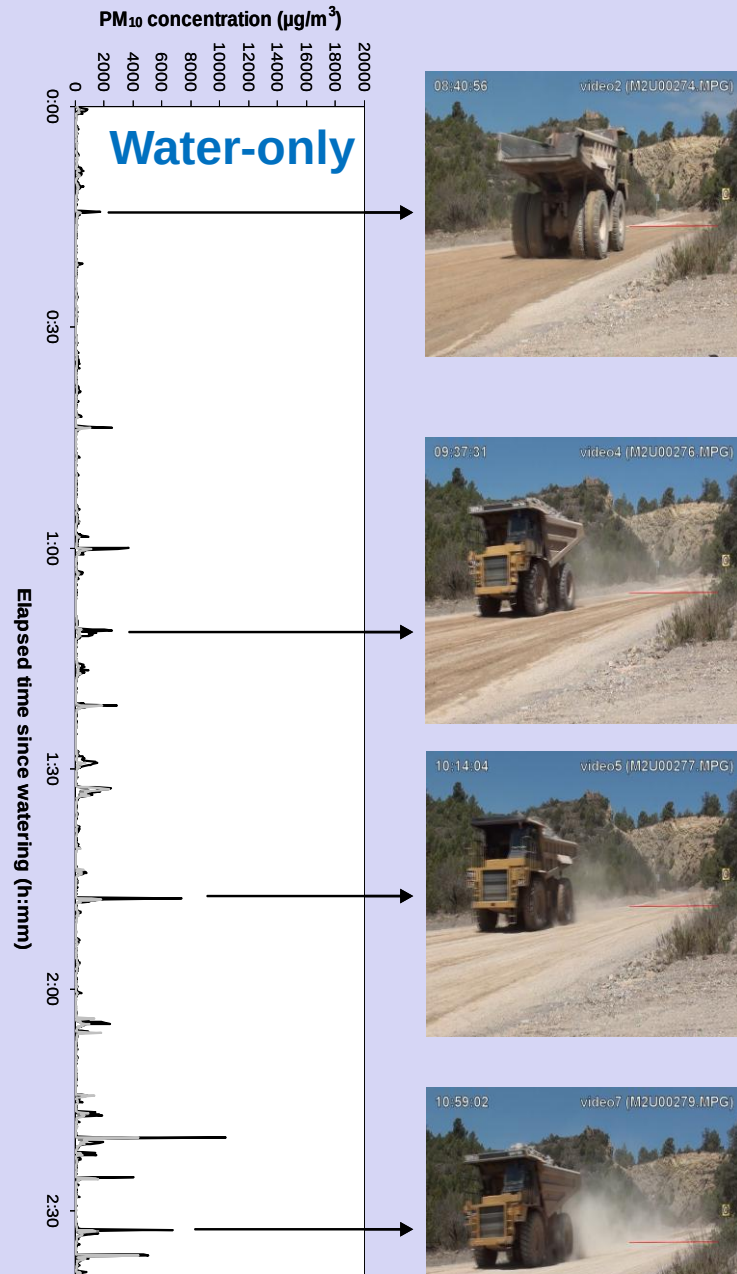
- Lavaggio con acqua
- CMA





Strada sterrata

<http://airuse.eu/media/watering.mp4>





Conclusioni

Source	Location	Dust loading	Measure	Dosage	PM10 reduction	Notes on measurement	
Road dust	Urban paved road	3-6 mg/m ²	Street washing	1 L/m ²	7-10% on a daily mean	kerbside	Nord Europa: Bassa radiazione solare Alta umidità relativa (>50%) Minore carico di polvere
			CMA	15-20 g/m ²	Negligible	kerbside	
			MgCl ₂	15-20 g/m ²	Negligible	kerbside	
	Industrial paved road	20-40 mg/m ²	Street washing	27 L/m ²	18% on a daily mean	kerbside	
			CMA	30-60 g/m ²	8% on a daily mean	kerbside	
	Industrial unpaved road	infinite	Street washing	3.5 L/m ²	>90% up to 1 h	downwind	
			CMA	100 g/m ²	Not observed	downwind	



BIOMASS BURNING – BIO-COMBUSTIBILI E DISPOSITIVI DI COMBUSTIONE

Bio-combustibili: A partire dall' inventario delle foreste e dalle informazioni fornite dai partecipanti a AIRUSE, utilizzate le specie di legno più usate per il riscaldamento domestico nel Sud Europa



- Certificato EN-plus
- Non certificati, contenenti nella maggior parte dei casi prodotti di riciclo del legno, rifiuti legnosi e residui dell'industria del legno.





BIOMASS BURNING – BIO-COMBUSTIBILI E DISPOSITIVI DI COMBUSTIONE

Dispositivi per la combustione di biomasse



1

Camino tradizionale



2

**Stufa di ghisa a
legna tradizionale**



3

**Stufa a legna eco-
certificata**



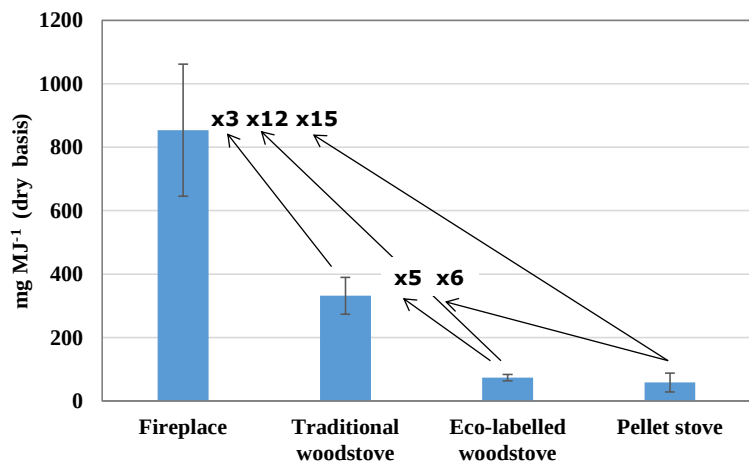
4

Stufa a pellet

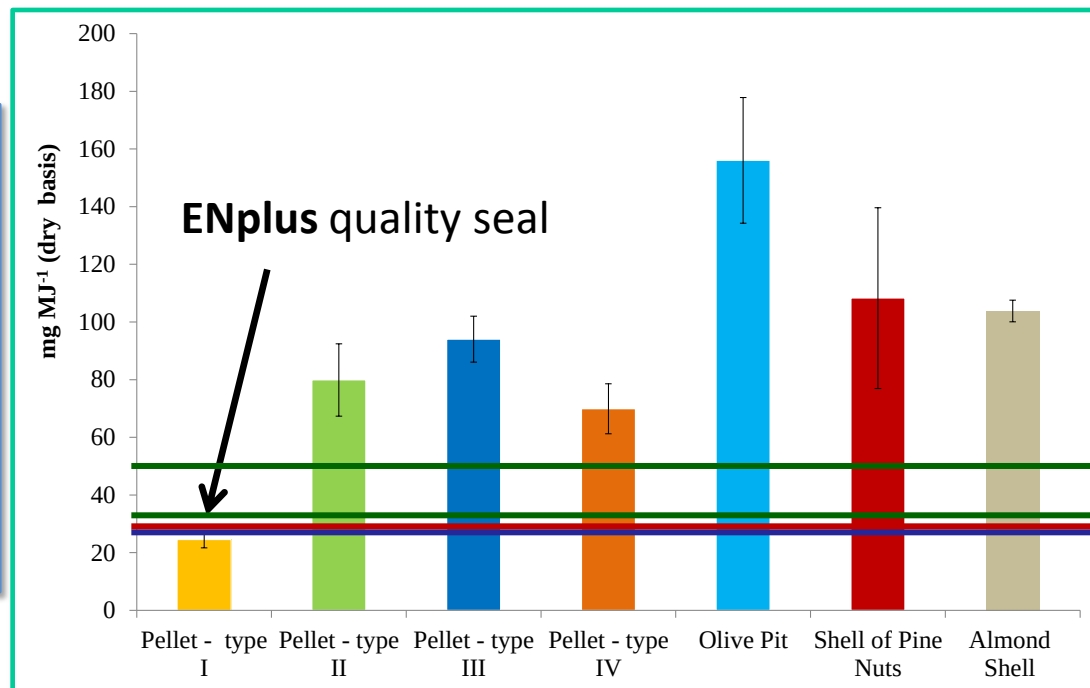


FATTORI DI EMISSIONE PER IL PM

Fattori di emissione per una stufa a pellet



1 kg di biomassa corrisponde
approssimativamente a 18 MJ



50 mg MJ⁻¹ in Denmark & Switzerland

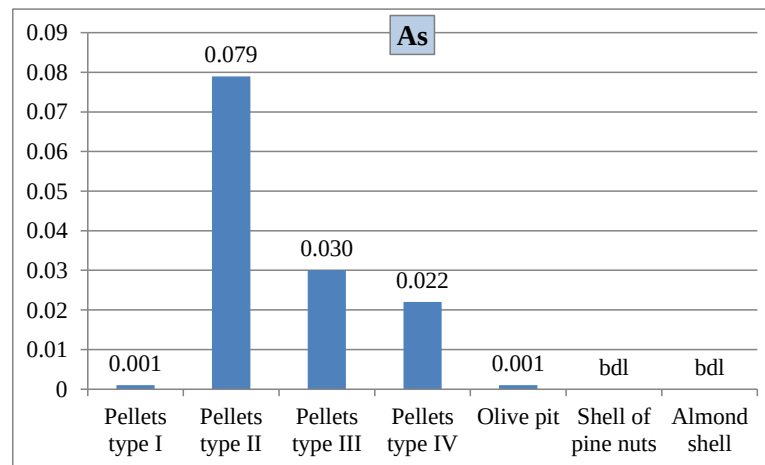
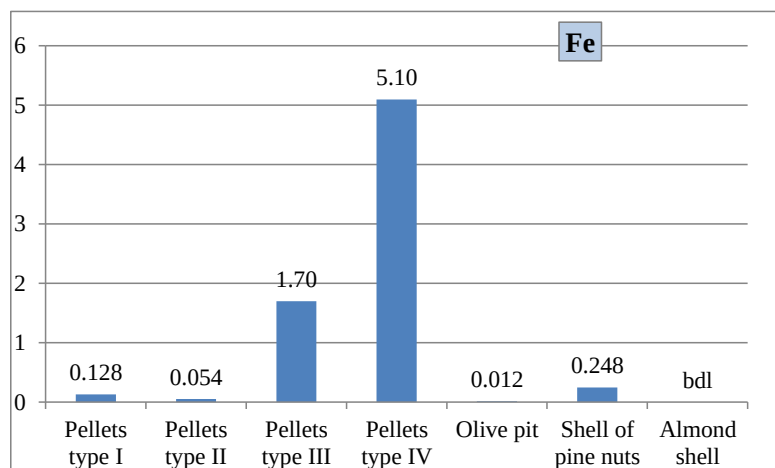
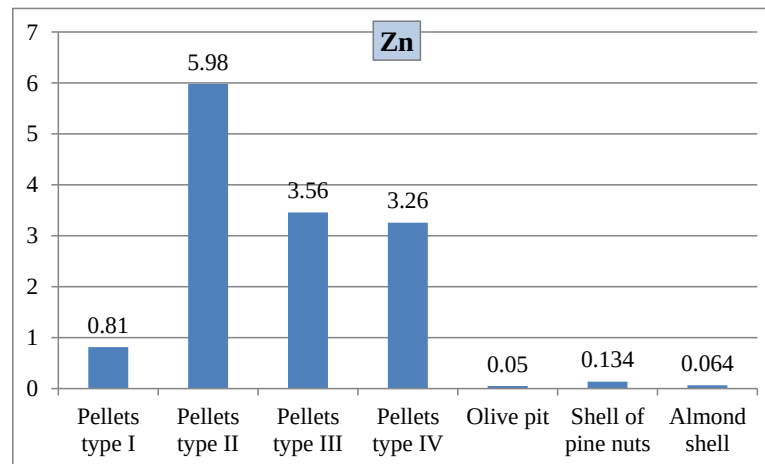
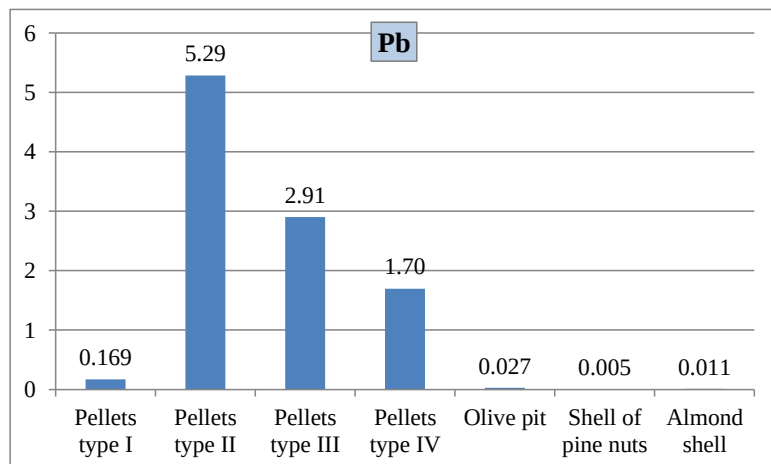
35 mg MJ⁻¹ wood fuels & 25 mg MJ⁻¹ for pellets in Austria

27 mg MJ⁻¹ in Germany



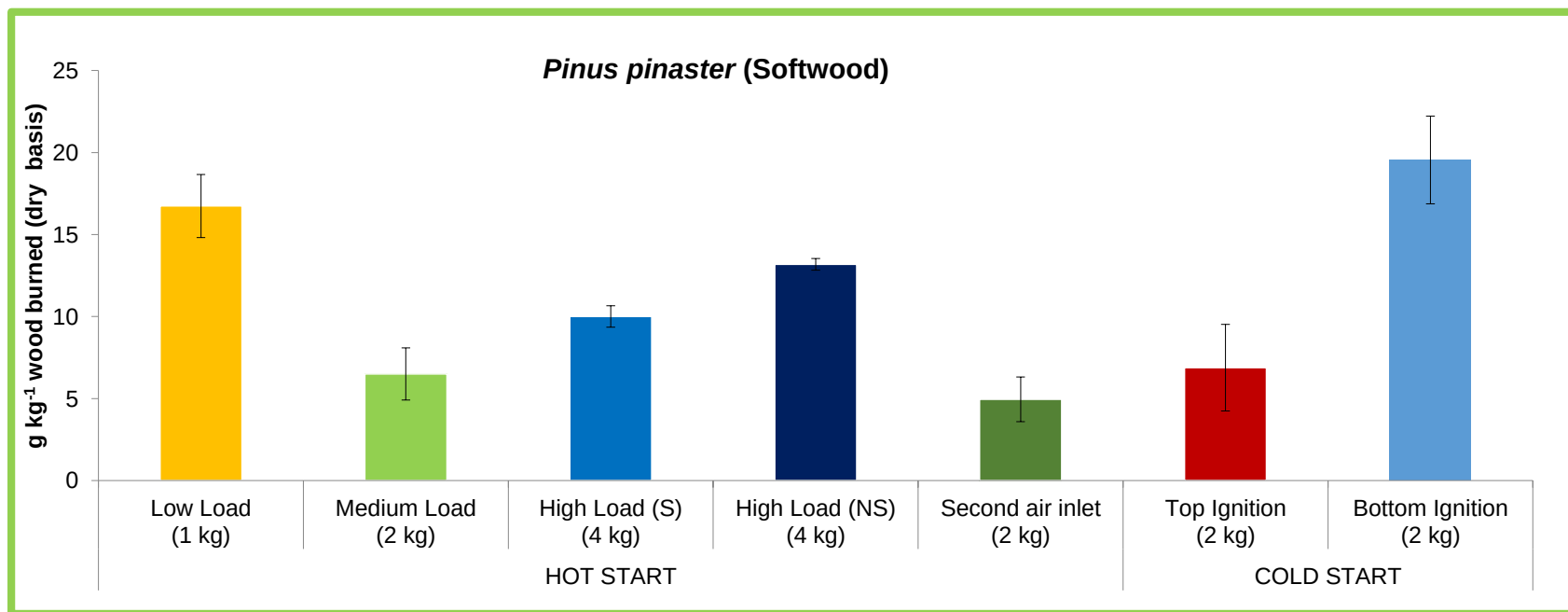
È necessario introdurre uno standard nell'CE per la composizione elementale dei pellet commerciali per evitare l'inclusione di materiale estraneo. Solo la Germania ha standard che contengono limiti per gli elementi.

ELEMENTI IN TRACCIA NEL PM10 (wt%)





FATTORI DI EMISSIONE PM₁₀ PER UNA STUFA A LEGNA IN CONDIZIONI OPERATIVE DIVERSE



- I più alti EF per PM₁₀ si hanno per il funzionamento a basso carico.
- Rifornimento di aria aggiuntiva produce gli EF per il PM₁₀ più bassi.
- Accensione dall'alto può ridurre gli EF per il PM₁₀ a meno della metà rispetto all'usuale accensione dal basso.



RACCOMANDAZIONI

Le strategie per ridurre le emissioni da combustione di biomasse possono essere di due tipi :

- **Programmi di informazione** della popolazione che suggeriscano cosa bruciare, come bruciare, quali sono i sistemi meno inquinanti
- **Interventi normativi**: Proibizione o restrizione nell'uso di alcuni bio-combustibili e dispositivi di combustione di biomasse nelle nuove abitazioni, creare incentivi per la sostituzione delle vecchie stufe, regolamentare il contenuto di umidità e l'installazione solo di sistemi certificati, obbligare a sostituire le vecchie stufe in caso di vendita di una casa etc.



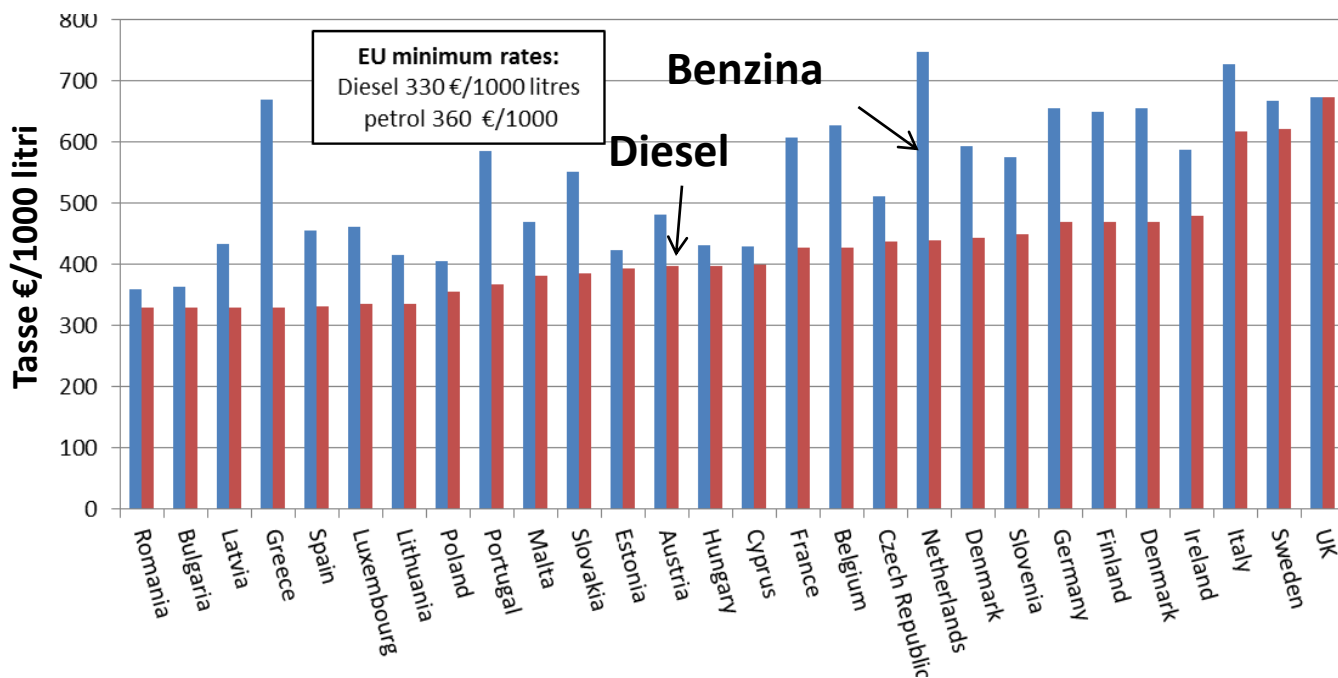
PROBLEMA AUTO DIESEL

Perché ci sono così tanti auto diesel in Europa?

- Tasse basate su CO₂ nella maggior parte dei paesi
- Tassazione dei Diesel e il prezzo alla pompa più bassa della nella maggior parte dei paesi
- **Favorisce l'acquisto e l'uso di auto diesel**
- La quota di mercato europea del Diesel è cresciuta dal 36% (2001) al 55% (2013)
- Il gap fra le emission di CO₂ "ufficiali" e quelle reali è salito dal 7% (2001) to 23% (2011)
- **I benefici ambientali del Diesel ampiamente sovrastimati, considerando effetti "collaterali" trascurabili**



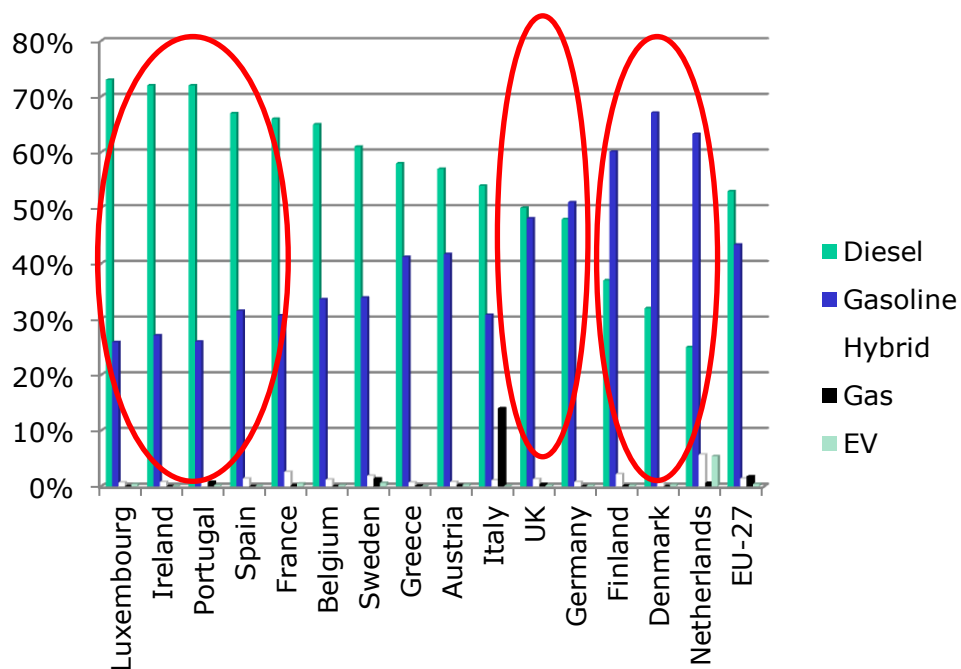
PROBLEMA AUTO DIESEL





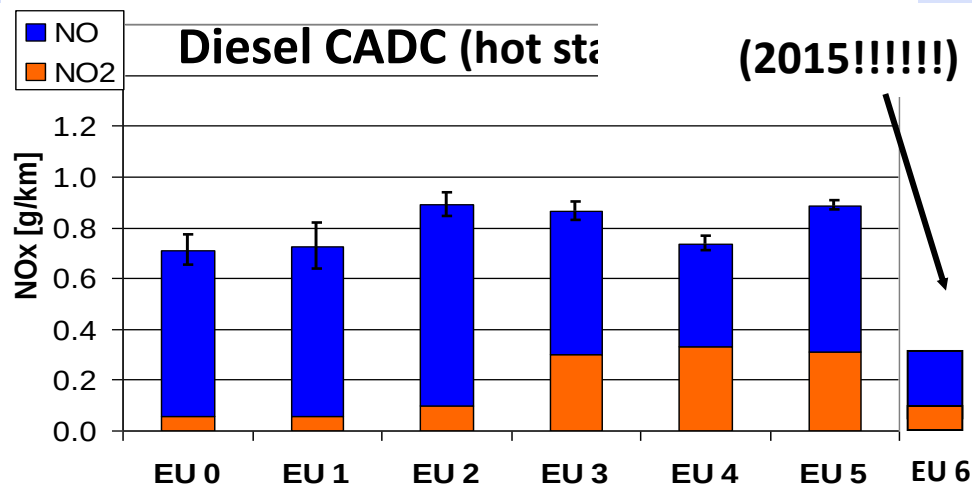
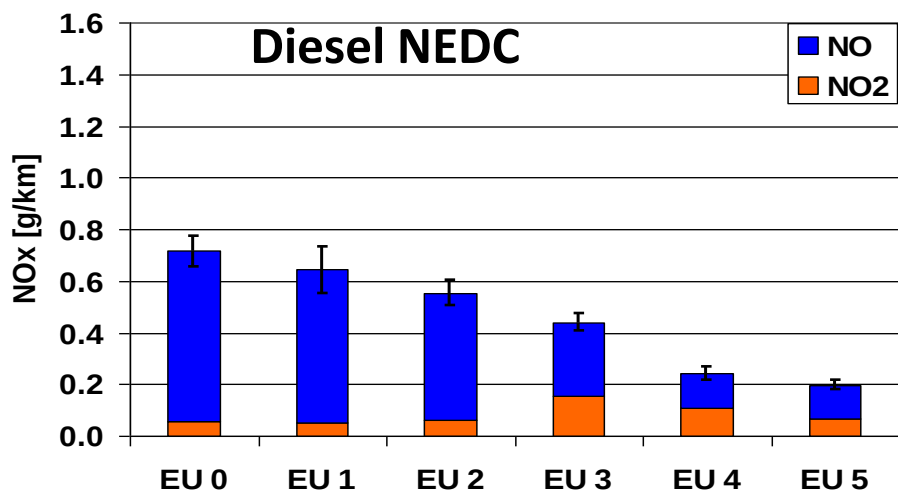
PROBLEMA AUTO DIESEL

Quota di mercato delle nuove machine per combustibile in Europa

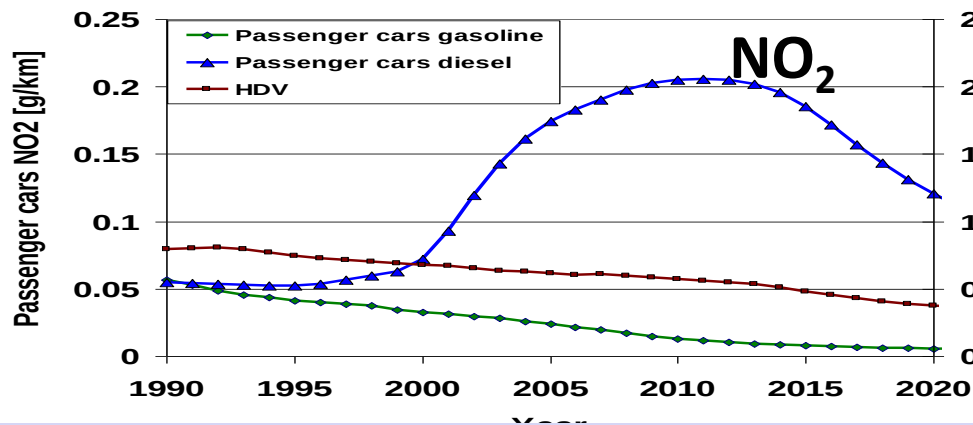




Courtesy: Prof. Dr. S. Hausberger T.U. Graz



NO₂ fleet emission factors in urban traffic (share in mileage for AUT)



Total effect of NO_x and NO₂ fleet emission reduction may not be sufficient to reach NO₂ air quality targets near roads with high traffic volumes until 2015:

NON TECHNOLOGICAL MEASURES ARE NEEDED

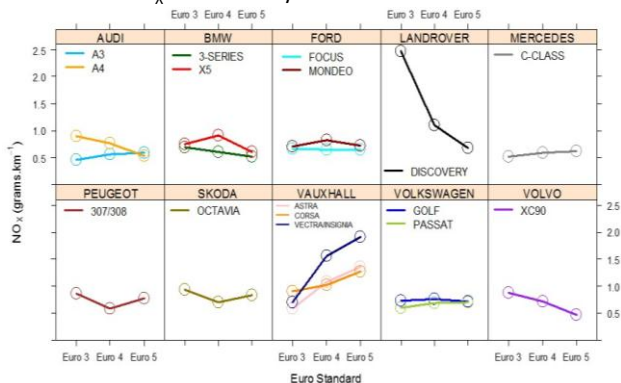
FOR URBAN AREAS: REDUCING THE NUMBER OF VEHICLES



Scandalo Volkswagen o Diesel?

Diesel cars

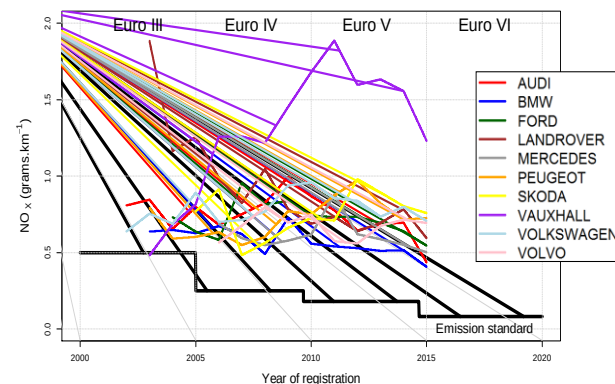
NO_x emissions by manufacturer & model



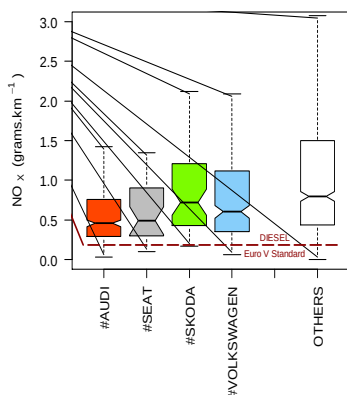
Dr James TATE

Email: j.e.tate@its.leeds.ac.uk

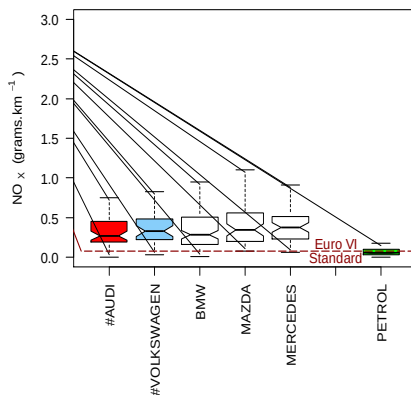
Twitter: [drjamestate](https://twitter.com/drjamestate)



Euro 5

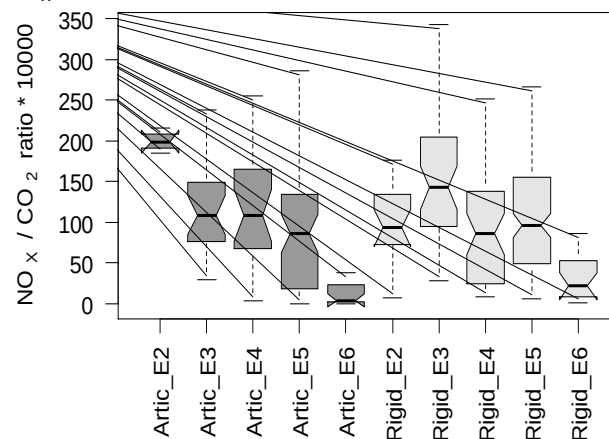


Euro 6



Euro VI

NO_x Heavy Commercial Vehicles, Spring/ Summer 2015





IL MERCATO DELLE AUTO ELETTRICHE IN NORVEGIA

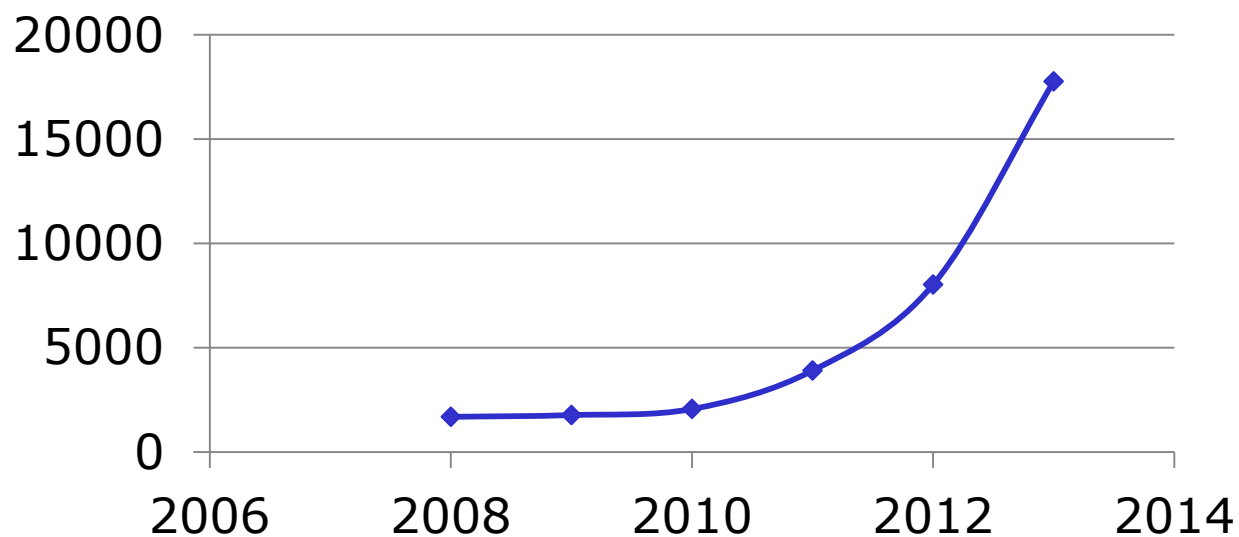
- Incentivi fiscali a lungo termine dal 1990
- Gli incentivi sono stati aggiunti in sequenza finché il mercato non ha risposto
- La differenza di prezzo fra i veicoli elettrici a batteria e le auto a benzina può essere di circa €1000
- Esenzioni da
 - Tassa di immatricolazione
 - Pagamento pedaggi
 - IVA (di solito 25%)
- Accesso alle corsie bus
- Bollo ridotto
- Riduzione dei prezzi sui principali traghetto

RACCOMANDAZIONE: Partire con gli aiuti ai veicoli commerciali che fanno molti km/giorno nelle città



ELECTRIC CAR MARKET IN NORWAY

Norway: New Electric Cars Sales



Norway 5.8%; Netherlands 5.4%; EU-28 0.4% (2013)



REVISIONE CRITICA DEGLI EFFETTI DELLE ZTL



AIRUSE results: Holman et al, Atmos Env 111 (2015) 161-169

- Difficile da determinare
- Fattori confondenti ad es. meteo, altre misure politiche, recessione
- Non molte prove dell'impatto sulle concentrazioni di PM₁₀ e NO₂ al di fuori della Germania
- Riduzione di EC/BC

- PM₁₀ ≤ 7% ↓
- Munich (LEZ + HDV ban) PM₁₀ ca. 13% ↓
- NO₂ ≤ 10% ↓
- Ma non tutti gli studi sono robusti
- Studi in fase iniziale

ZTL in Germania



- ZTL riguardano sia le auto che i mezzi pesanti
- Generalmente sono più stringenti che altrove



ECOLABELING DEI VEICOLI: Raccomandazioni

- Necessario uno schema comune europeo
- Emissioni di NO_x, PM and CO₂, tutte sullo stesso piano
- Sia per veicoli nuovi che usati
- A partire dalle emission reali, non “su banco”



CONCLUSIONI

- La riduzione della quota di auto Diesel improbabile a meno che non cambino le politiche fiscali
- La promozione di veicoli più puliti richiede politiche coerenti a lungo termine
- Perché le ZTL siano efficaci, i provvedimenti adottati devono essere stringenti ed essere applicate ad auto con passeggeri, veicoli commerciali pesanti e leggeri, motocicli e auto vecchie e nuove che devono avere una eco-certificazione.
- Informazione del pubblico sulle implicazioni per la qualità dell'aria della scelta del carburante



GRAZIE PER
L'ATTENZIONE!



AIRUSE

LIFE 11 ENV/ES/000584

<http://airuse.eu/it/>



AIRUSE